9

Ueber die

RNÄHRUNG DER PFLANZEN

mit besonderer Rücksicht

auf die

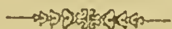
dingungen ihres Gedeihens in verschiedenen Höhen der Alpen.

Von

Dr. Adolph Schlagintweit.

---

zug aus den „Untersuchungen über die physicalische Geographie der Alpen von H. u. A. S.“ — Leipzig, J. A. Barth. 1850.



Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b22284734

Die Pflanzen bedürfen zu ihrem Gedeihen ausser den Nahrungsmitteln im Allgemeinen, nämlich Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, den unorganischen Bestandtheilen, welche sich in ihrem Aschen finden u. s. w. auch noch gewisser äusserer Bedingungen, welche die Aufnahme und Assimilation der Nahrungsmittel befördern. — Die mechanische Constitution und die physikalischen Eigenschaften des Bodens, die Temperatur der Luft, des Bodens, des Wassers, kurz die Beschaffenheit des Climas auch in seinen kleinsten Modificationen, sind in dieser Beziehung von ungemeiner Wichtigkeit.

Der Einfluss derselben auf die Entwicklung der Pflanzen ist so gross, dass vorzugsweise durch die Veränderungen des Climas und der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens die so mannigfaltige geographische Vertheilung der Vegetation auf der Erdoberfläche bewirkt wird. —

Ich werde versuchen, einige der Veränderungen hervorzuheben, welche sich in verschiedenen Höhen der Alpen in Beziehung auf jene Bedingungen zeigen, welche auf das Gedeihen der Pflanzen von vorzüglichem Einflusse sind.

Ueber die Bildung und Zusammensetzung der Erde werde ich dabei einige nähere Daten mittheilen.

Die folgenden Bemerkungen bilden einen Auszug aus einigen Untersuchungen, in welchen ich die Beobachtungen und die Resultate etwas ausführlicher darzulegen suchte; ich darf mir daher wohl erlauben, für die nähere Beurtheilung dieser Mittheilungen auf die Untersuchungen selbst zu verweisen. —

Die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre sche in Bezug auf das Verhältniss von Sauerloff und Stickstoff verschiedenen Höhen keine regelmässigen Veränderungen erleiden.

Die Versuche von Brunner[1]), Boussingault[2]), eben wie jene von Ch. Martins und Bravais[3]), welche a dem Faulhorne, correspondirend mit jenen von Dumas Paris, angestellt wurden, liessen nur kleine, unregelmäss vertheilte Schwankungen erkennen, welche auch in der Ebe sich zeigen. Dieselben dürften kaum in der Ungenauigk der Methode liegen, sondern mit kleinen Variationen zusamme hängen, deren nähere Modifikationen bis jetzt noch nicht b kannt sind. —

Verschieden verhält sich der Kohlensäure Gehalt. D Versuche von Théodore de Saussure[4]), und jene welc ich selbst in Gemeinschaft mit meinem Bruder anstellte[5]), e gaben eine constante Zunahme der Kohlensäure mit der Höh Die getrocknete Luft wurde von uns über Kali geleitet, u aus der Gewichtszunahme der Gehalt an Kohlensäure bestimm

Wir fanden denselben zwischen 3,2 und 5,8 Volum in 10000 Volumen Luft; bis zu 10362 P. F. zeigte si eine progressive Zunahme. —

Man kann den Grund dieser Erscheinung ebenso w schon Saussure für die meisten anderen Schwankungen Kohlensäurengehalte gethan hat, grösstentheils wohl in der Ze setzung dieses Gases durch die Pflanzen suchen. —

Bei der ungemeinen Verminderung der Vegetation mit d Höhe, besonders der grösseren Pflanzen, darf uns eine wer

---

[1]) Beitrag zur Eudiometerie. Poggend Ann. XXVII.

[2]) Beobachtungen auf den Hochebenen des tropischen Amerika.

[3]) Auf dem Faulhorne bei 8250 P. F. Die Luft wurde in 12 Ballo jeder von 11 Litter, gesammelt, und von Dumas in Paris analysi Annales de chimie et de physique. LXXVIII. 1841. p. 257.

[4]) Gilbert Annal. LIV. S. 217—231. (Vergleiche zwischen Winter u Sommer.) Mémoire sur les variations de l'acide carbonique. Gen und Poggd. Ann. XIX. S. 391. (Die vollständigste Reihe aller l her angestellten Beobachtungen.

[5]) Poggendorff Annalen LXXVI. S. 442.

er lebhafte Zersetzung nicht in Erstaunen setzen. Mit der nahme der Kohlensäure nach der Höhe steht auch die schon üher gefundene Thatsache sehr wohl im Einklang, dass nämh bei Regen in tieferen Regionen der Gehalt an Kohlenure zunimmt. Es scheint, dass dieselbe dann aus den heren Regionen, wo sie angehäuft ist, mechanisch herabgehrt wird; auch die Winde, ebenso wie der aufsteigende ftstrom führen eine Mischung und Ausgleichung der Atmosäre herbei.

Ausser den Nahrungsstoffen, welche die Pflanzen in der tmosphäre finden, bedürfen sie auch der unorganischen Beandtheile des Bodens sehr wesentlich zu ihrem Gedeihen. — Da die chemische Zusammensetzung des Bodens mit dem ntstehen der Erdkrume überhaupt und mit den physikalihen Eigenschaften derselben so vielfach zusammenhängt, so hien es mir am passendsten, diese Erscheinungen hier reint zu betrachten.

Die Erdbildung wird vorzüglich dadurch vorbereite
dass das Wasser, wenn es in den Rissen des Gesteines ge
friert, durch seine Ausdehnung die Felsen zerkleinert. Die
ser Vorgang ist in den Alpen um so bedeutender, da (
sich nicht bloss auf einzelne Jahreszeiten beschränkt, son
dern in den höheren Regionen fast täglich vor sich geh
So kömmt es, dass oft die obersten Theile schmaler Felsen
kämme aus einer Reihe grosser, eckiger Fragmente besteher
welche noch ganz den Platz des früheren festen Gesteine
einnehmen, aber nur lose aufgeschichtet sind. Auf ähn
liche Weise entstehen an den Abhängen oft grössere An
sammlungen von solchen eckigen Fragmenten, welche sic
von den Ablagerungen des Wasses durch ihre Form un
ihren Standort sehr deutlich unterscheiden. Sie werden m
dem Namen »Ganten« bezeichnet.

Die Form und Grösse der Fragmente hängt vorzüglic
von den physikalischen Eigenschaften des verwitterten Ge
steines ab. Sehr krystallinische Gebirgsarten sondern sich i
grosse malerische Blöcke ab, während schiefrige und besonder
kalkige Gesteine weit kleinere Stücke liefern.

Ausser dieser allgemeinen Zerstörung der Oberfläche de
Gesteines, sind noch viele chemische Einflüsse für die Erdbil
dung von Wichtigkeit. Sie bedingen zahlreiche Zersetzunge
und neue Verbindungen; hiezu kömmt noch der Vegetations
prozess, wodurch die Erdbildung vollendet wird. Diese dünn
Kruste verschwindet zwar im Verhältnisse zu der Mass
des festen Gesteines, aber ihre Bedeutung für die Ent
wicklung alles organischen Lebens und für die Kultur is
ungemein gross. —

Ein wesentlicher Unterschied in der Entstehung der Erd
liegt darin, dass sie entweder aus grösserer Entfernung vo
Wasser zusammengeführt ist, oder sich noch auf dem Felse
befindet, durch dessen Verwitterung sie entstand; das letzter
ist in den Alpen fast durchgängig der Fall. Nur in de
weiten Längenthälern, wo grössere Massen von Geröll abge-
setzt werden, ist auch die Erde aus der Entfernung herge-
führt. Die Distanz bis zu dem Orte ihrer Entstehung is
dann oft sehr bedeutend; feiner Thon und Schlamm wird ers
nach langer Zeit und bei grösserer Ruhe des Wassers ab-

esetzt, wie dieses noch gegenwärtig an den Mündungen der rossen Ströme in den Marschländern geschieht.

Da die geognostischen Formationen eine wesentliche ifferenz in der Zusammensetzung der Erden bedingen, so ind in den Alpen vorzüglich 2 grosse Gruppen von Erden u unterscheiden, jene des Kalkes, und jene der krystallini-chen, feldspathhaltigen Schiefergesteine.

Theodor von Saussüre [1]) stellte zuerst vergleichende nalysen über die Zusammensetzung der Erden des Kalkes nd Schiefers, und ihren Einfluss auf die Aschenbestandtheile er Pflanzen in den Alpen an; er fand in der ersteren Classe ben so wie J. Fuchs [2]) ausser dem Kalke auch sehr be-erkbare Mengen von Kieselerde, Thonerde und Talkerde, velche auf das Gedeihen der Vegetation einen wesentlichen Einfluss ausüben. — Die Erde des Schiefers zeichnet sich or Allem durch einen weit grösseren Gehalt an Alkalien aus, ndem der Feldspath zu ihrer Bildung beiträgt. Ihre Zu-sammensetzung muss da, wo sie noch auf ganz primärer Lagerstädte ruht, sehr analog jener des anstehenden Gesteines ein. Die grosse Mannigfaltigkeit der Bestandtheile macht sie ür die Cultur und die Vegetation sehr günstig.

Jedoch sind ausser der chemischen Zusammensetzung uch die physikalischen Eigenschaften der Erden, ihr Gehalt n organischen Substanzen und die Dicke ihrer Lagen von Wichtigkeit. Gerade diese Verhältnisse gestalten sich in den Alpen sehr günstig. Es finden sich zwar im Allgemeinen keine sehr dichten Lagen feingeschlemmter Erde, sie ist im Gegentheil mit grösseren und kleineren Fragmenten des unterliegenden Gesteines vermischt. Aber dadurch wird ein sehr lockerer Zustand des Bodens bedingt, welcher denselben befähigt, stets eine Masse von Feuchtigkeit in seine Porositäten aufzunehmen. Zugleich ist stets ein reiches Material für die Verwitterung vorhanden, wodurch jährlich eine neue bedeutende Masse von Stoffen aufgeschlossen und der Vegetation zugänglich gemacht wird. Auch die Beschaffenheit der

---

[1]) Chemische Untersuchungen über die Vegetation; (deutsch von Voigt 1805) und an vielen andern Orten.

[2]) Ueber die Theorien der Erde 1844. Zusatz 4.

Unterlage hat einen Einfluss auf das Verhältniss der Erde zur Vegetation. Sie besteht in den Alpen fast durchgängig aus festem Gestein; dieses lässt keine Feuchtigkeit einsickern, zwingt sie, in den obern Lagen zu verweilen, und so kann sie von der Vegetation absorbirt werden. — Ausser dem Thone und den alkalischen Erden ist besonders der Humus sehr wichtig für die physikalischen Eigenschaften der Erde; z. B. für ihre Wasser absorbirende und zurückhaltende Kraft, ihre Erwärmungsfähigkeit u. s. w. [1]) Es erklärt sich daraus grossentheils der günstige Einfluss, welchen der Humus in so reichlichem Maase ausübt. [2]) Es schien uns daher nicht ohne Interesse, den Antheil zu bestimmen, welchen derselbe an der Constitution der Alpenerden, besonders in grösseren Höhen, nimmt, da dieses auch bei pflanzengeographischen Untersuchungen Berücksichtigung verdient.

Die Erden wurden hiezu an solchen Punkten gesammelt, welche den Charakter der Umgebung möglichst zu repräsentiren schienen. In dem Laboratorium von Professor Pettenkofer in München wurden sie gepulvert und dann gesiebt, um einzelne, unverwitterte Gesteinstücke, besonders Quarz, zu entfernen, welche die Resultate sehr zufällig gemacht hätten.

---

[1]) Als sehr vorzügliche Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften der Ackererden im Allgemeinen, sind jene von Schübler zu erwähnen. Landwirthschaftliche Blätter von Hofwyl, von Fellenberg. Heft 5. 1817, und Schweigger Journal XXI., XXXVII. und Schübler Agrikulturchemie Band II. —

Schon früher haben Davy und Alexander von Humboldt Versuche hierüber angestellt.

Brief von Alexander von Humboldt an Ingenhouss über die Eigenschaft einiger Erden, die atmosphärische Luft zu zersetzen. Journal de Phys. par Delamétherie IV., und Gilbert Annal I. und über die Zersetzung des Sauerstoffgases durch die einfachen Erden, und den Einfluss derselben auf die Kultur des Bodens. Gilbert Annal I.

[2]) Ueber die Art und Weise des Antheiles, welchen die mineralischen Stoffe an dem Vegetationsprocesse nehmen, und über den Einfluss des Düngers auf die Entwicklung der Pflanzen, vergleiche Liebigs Agriculturchemie und die Abhandlung von G. Magnus, über die Ernährung der Pflanzen, in den Monatsberichten der Academie zu Berlin 1850. Februar. Seite 59 bis 70.

ierauf wurde sie bei 100 C. getrocknet und später in ein elbald gebracht und gewogen. Sie wurden dann in einer luffel mit aller Vorsicht verbrannt, und aus dem Gewichterluste der Gehalt an organischer Substanz bestimmt [3]). ie benützten Quantitäten waren zwischen 40 und 50 Gramm.

Es bleibt allerdings nach dem Verbrennen noch stets was Asche des Humus zurück. Die dadurch bewirkte Geichtserhöhung ist jedoch so gering, dass wir sie hier jedenlls übergehen dürfen.

---

[3]) Um den durch das Glühen ätzend gewordenen Kalk u. s. w. in kohlensaueren Kalk zu verwandeln, wurden einige Tropfen kohlensaueres Ammoniak zugesetzt, und die Feuchtigkeit nebst dem Ammoniak durch gelinde Wärme entfernt.

Nro.	Standort.	Höhe P. F.	Humus-gehalt in 100 Theilen.	Bemerkungen.
1.	Heiligenblut, im Möllthale.	4004	8,0	Ackererde.
2.	Vent, im Oetzthale.	5791	12,2	Die Erde bildet hier sehr schöne Lagen; sie wird nur zu ausgedehnten Wiesenkulturen benützt.
3.	Am kleinen Burgstall. Erde, welche der Vegetation unmittelbar zur Unterlage diente.	8781	5,9	Es ist dies ein hervorstehender Felsen inmitten des Pasterzen-Gletschers. — Es finden sich noch mehrere Phanerogamen auf demselben.
4.	Am kleinen Burgstall.	8781	7,8	
5.	Adlersruhe. Felsenkamm aus dem Firne hervorragend.	10432	13,4	Es waren noch Moose und Flechten vorhanden.
6.	Großglockner. Felsige Abhänge in der Nähe des Gipfels	12158	9,7	Die Erde, aus Chloritschiefer gebildet, war hier in wenigen Vertiefungen angesammelt. Nur einige Flechten zeigten sich noch in jener Höhe.

Der Humusgehalt ist hier sehr bedeutend; denn in den Acker-
rden des Neckarthales und der schwäbischen Alp z. B. schwankt
erselbe nach Schübler nur zwischen 4 und 9 Prozent. Und ge-
ade einige der höchsten Erden sind noch sehr reich an Humus,
ine Erscheinung, die uns durch den Prozess der Erdenbil-
ung in jenen Regionen leicht erklärlich wird. Im Allge-
einen ragt dort das Gestein nackt aus den Schneemassen
ervor, nur bekleidet von einer röthlich braunen Rinde, welche
urch die Oxydation der äusseren Theile entstanden ist. Zu-
reilen lösen sich Parthien dieses Ueberzuges ab, zerfallen in
leine Körnchen und werden so die erste Grundlage der Erden-
ildung. Durch Regen und das Schmelzwasser des Schnees
verden diese schwachen Anfänge sich näher gerückt, sie verei-
igen sich in kleinen Höhlungen und Unebenheiten der Felsen;
ind werden sogleich von Flechten und Moosen überkleidet.
)iese wuchern oft in mächtigen Rasen auf ihnen und häufen
n der Erde die grosse Menge von Humus an, welche wir
lort bei unseren Beobachtungen fanden. An tieferen Punkten
verden die Moose durch eine Decke von Rasen vertreten.

Diese Vegetationsbekleidung ist für die Erdenbildung nicht
ur dadurch wichtig, dass sie allmählig den Humus liefert,
ondern auch durch das Festhalten der Erde an dem Orte
hrer Entstehung. Vegetation und Erde können in gewisser
Beziehung nicht eine ohne die andere bestehen. Die Erde
önnte sich unmöglich an Abhängen von 20 und 40⁰ Neigung
ohne Rasendecke erhalten. Daher kömmt es, dass in den höheren
Regionen oft mässig geneigte Felsen ganz kahl sind, da die
klimatischen Verhältnisse das rasche Ansiedeln einer Vegetation
verhinderten, welche die Verwitterungsprodukte hätte festhalten
können, während Abhänge von derselben Neigung in tieferen
Regionen mit schönen Alpenwiesen bedeckt sind.

Dieses Hinwegführen blossgelegter Erde durch die atmos-
phärischen Niederschläge macht sich auch an den Feldern der
Alpen bemerkbar, da dieselben oft eine bedeutende Neigung
besitzen.

Das Erdreich wird hier künstlich stets aufgelockert, es
liegt einen Theil des Jahres bloss und das Getreide ist bei
weitem keine so fest bindende Decke, wie ein vielfach ver-
filzter Rasen. Es ist daher eine überall wiederkehrende Er-

scheinung, dass die Erde durch die Regengüsse in die Tiefe gewaschen wird. Man sucht diesen Zerstörungen durch Mauern und Gräben Einhalt zu thun. Das Zurückbringen der Erde auf die höheren blossgelegten Stellen der Felder ist in der alpinen Landwirthschaft eine regelmässig wiederkehrende, sehr zeitraubende Arbeit.

Die Dicke der Erdkrume in den Alpen ist sehr veränderlich und im Allgemeinen nicht sehr bedeutend. Sie schwankt zwischen 6 und 9 Centimetern, und erreicht nur in sehr günstigen Fällen, wo das Erdreich durch den Regen allmählig angehäuft wurde, 30 bis 40 Centimeter. Sie ruht im Allgemeinen auf festem Gesteine, nur zuweilen, in den Thälern, folgt eine kleine Lage von Geschieben; hier kann auch ihre Dicke Modificationen erleiden, besonders wenn der Schutt nicht aus Flüssen stammt, sondern durch Bergfälle und Erdstürze entstanden ist.

Die Verbreitung und Ausdehnung der Erde zeigt in den verschiedenen Höhen des Gebirges auffallende Differenzen. In den tieferen Theilen der hohen Alpengruppen [1]) überzieht sie ununterbrochen alle Stellen ausser den jähesten Wänden. Weiter nach Oben bei 7000 Fuss erleidet die Erdschichte zuerst grössere Unterbrechungen. Sie beschränkt sich immer mehr auf die ebeneren Stellen der Thalsohlen; und hier sowie in den sekundären Mulden dient sie dann oft einer schönen Vegetation inmitten von kahlen Wänden zur Lagerstätte Von da aufwärts nimmt die Erde an Masse immer mehr ab wegen der grösseren Neigung und des Mangels von Vegetation, reicht aber in ganz kleinen Parthien und an geschützten Stellen selbst noch bis auf die höchsten Gipfel.

Für die Auflösung der in dem Boden enthaltenen Bestandtheile und ihre Aufnahme durch die Wurzeln ist auch die Feuchtigkeit sehr nöthig, welche zugleich als solche auf die Vegetation einen sehr belebenden Einfluss ausübt

Da die atmosphärischen Niederschläge in den Alpen sowohl in der Form von Regen und Schnee, als in jener von Thau und Reif sehr bedeutend sind, so gelangen stets grosse

---

[1]) Diese Verhältnisse sind, wie zu erwarten, in kleineren Gebirgszügen ganz andere, da die Gipfel viel niederer sind und die Neigungen sich schon weit früher ändern. —

Mengen von Wasser in den Boden, welche später als zahlreiche Quellen zu Tage treten.

Als die einfachsten Quellen können jene bezeichnet werden, welche in directem Verhältnisse zur Lage und Neigung der Schichten stehen. In sehr vielen Theilen der Centralalpen, wenn die Schichten steil aufgewichtet sind, ist es eine nicht seltene Erscheinung, die eine Seite eines Bergzuges mit üppiger Vegetation bedeckt zu sehen, während die entgegengesetzten Abhänge fast ganz davon entblösst sind. Forscht man weiter nach, so hängt dieses zuweilen mit dem Mangel oder Ueberflusse von Quellwasser zusammen, und dieser ist nur durch die Schichtenstellung bedingt. Die atmosphärischen Wasser sammeln sich nämlich an den Schichtenflächen, und sickern in der Richtung derselben herab, bis sie an den Schichtenenden in reichlichen Quellen zu Tage treten. Hingegen an den Seiten, an denen die hoch erhobenen Schichtenköpfe anstehen, herrscht grosser Wassermangel.

Durch die verschiedenen Neigungen und die Mulden der Berge wird der Ort des Entstehens der Quellen noch näher modificirt. Sind auch nicht alle Quellen in ihrem Ursprunge so frei und von den täglichen Schwankungen der Lufttemperatur so unabhängig, dass sie zu Bestimmungen der Bodenwärme gebraucht werden könnten, so sind doch auch die kleineren und unregelmässig fliessenden Quellen für die Vegetation von grosser Wichtigkeit. Ja, der Zusammenhang des Gedeihens der Pflanzen mit dem Wasserreichtum ist so innig, dass wir umgekehrt öfter aus der Vegetation interessante Fingerzeige über das Vorhandensein und die Vertheilung von solchem Wasser erhalten können. So ist z. B. der Wasserradkopf in seinen obern Theilen ganz kahl und pflanzenlos, plötzlich mit dem Quellenreichthume tritt eine ungemein üppige Vegetation von Hochwiesen ein, welche zu den ausgezeichnetsten ihrer Art gehören. Schon von Weitem ist dieses Verhältniss sichtbar, und die grüne Linie der Wiesen schneidet sich scharf von den braunen Tönen der nackten Kalkglimmerschieferlager ab, ohne dass in der veränderten Neigung oder Exposition eine genügende andere Erklärung gefunden werden könnte. Die schmalen Bäche allein, welche sich durch jene Wiesen herabziehen, könnten den Boden nicht so reichlich tränken.

Sie verschwinden gegen die Dimensionen der Abhänge, da sonst ein Wasserstrahl von höchstens $\frac{1}{2}$ Quadratfuss im Verticaldurchschnitt, zu beiden Seiten einen Raum von mehr als 300 Fuss Breite befeuchten müsste, eine Sache, die auch dadurch unmöglich wird, dass das feste Gestein unmittelbar ansteht und die einzig leitende Humusschicht sehr dünn ist.

Ich glaube im Gegentheile den Grund dieser üppigen Vegetation in einer Befeuchtung suchen zu müssen, welche zwar weniger auffallend aber allgemeiner und folgenreicher ist. In den Bergwerken treffen wir nicht nur eigentliche Quellen, sondern auch viele ungemein kleine Wasserabsonderungen, welche tropfenweise aus den Ritzen des Gesteines hervortreten. Man darf nicht glauben, dass diese Verhältnisse nur auf die tiefer gelegenen Bergwerke, deren Decke weit mächtiger ist, beschränkt seien, denn wir haben sie selbst noch in Stollen der Gösnitz, Rauris und Fleuss bei 5766, 7500 und 8858 Fuss beobachtet. Ganz dasselbe tritt hier unverkennbar auch nach der Aussenseite der Berge ein. Die Schichtenflächen werden stets mit etwas Feuchtigkeit angefüllt sein, und an den Schichtenenden, wo alle Bedingungen des zu Tagetretens so günstig sind, wird dieselbe allenthalben hervorsickern, zwar in ganz kleinen und unmerkbaren Fäden, aber bedeutend genug, um den Boden feucht zu erhalten, und die Vegetation wesentlich zu beleben. Zu den mechanischen Momenten dieser Bewässerung kömmt noch der Umstand, dass diese feinzertheilten Wasserfäden dem Gesteine sehr viele Berührungspunkte bieten, und so reicher an organischen Bestandtheilen sind.

Die fixen Bestandtheile, welche alle Wasser der Quellen und Flüsse enthalten, verdienen überhaupt in Rücksicht auf Vegetationsverhältnisse unsere Aufmerksamkeit. Sie sind sowohl quantitativ als qualitativ bisweilen sehr verschieden, und hängen mit der allgemeinen geognostischen Beschaffenheit der Gebirge wesentlich zusammen.

Ich erhielt für die Masse der Auflösungen an mehreren Punkten folgende Resultate, denen zur Vergleichung einige Untersuchungen von Pagenstecher und Schübler beigefügt wurden.[1])

[1]) Die Suspensionen wurden vor dem Eindampfen durch Filtriren sorgfältig entfernt.

	Rückstand aus 10000 Theilen nach sorgfältigem Eindampfen.
Wasser der Möll bei Heiligenblut 3844,	0,8007
Wasser der Oetz bei Vent 5791,	0,6701
Quelle der Isar am Haller-Anger 5726, us Kalk; Temperatur 3,4° C.	2,8810
Quelle der Drau bei Innichen 4198, us Kalk fliessend. Temperaur 5,3° C. Sie setzt bald ach ihrem Ursprunge sehr viel Kalktuff ab.	6,8140

Pagenstecher fand:[1])

Wasser der Aar bei Bern	2,21274
Wasser des Rheins bei Basel	1,71127

Schübler[2]) fand in den Flüssen der schwäbischen Alp:

in dem Nekar	3,6	kohlensauren Kalk.
in der Ammer	4,5	

---

[1]) Bischof Wärmelehre 1837. S. 124.
[2]) In Kastners Archiv V.

Die Gletscherwasser im Hochgebirge zeigen sich we ärmer an fixen Bestandtheilen als der Rhein und die Aar, we bei den ersteren durch die grossen Quantitäten von geschmol zenem Eise die Auflösung bedeutend verdünnt wird. Di grössten Quantitäten erhält man an Quellen und Flüssen i kohlensaurem Kalke.

Eine quantitative Untersuchung einiger Bäche in den Hochalpen, schien mir bei dem innigen Zusammenhange der fixe Bestandtheile des Wassers mit der geognostischen Beschaffenheit des Flussgebietes nicht ohne Interesse.

Das Wasser wurde an den betreffenden Orten auf Por zellanschalen mit aller Vorsicht eingedampft, der Rückstan von den Schalen abgelöst und abgespült, und in Gläsern sorgfältig verpackt.

Die Analyse wurde in dem Laboratorium von Herrn Prof. Pettenkofer ausgeführt, dem ich für seine gütige Theilnahme bei diesen und mehreren anderen Versuchen auf's Lebhafteste verpflichtet bin. —

Quantitative Analyse

1. der Möll bei Heiligenblut.

Eingedampft 37800 Grm. Wasser.

Kohlensaurer Kalk	0,3182
Kohlensaure Magnesia	0,1334
Kieselerde	0,2719
Chlorkalium } Chlornatrium }	0,0330
Eisenoxyd	0,0363
Mangan	0,1221
Thonerde	Spuren
Schwefelsaure Salze	Spuren
Sand, Suspensionen	0,0733
	0,9882

2. der Oetz bei Vent..

Eingedampft 29000 Grm. Wasser.

Kohlensaurer Kalk	0,13044
Kohlensaure Magnesia	0,00144
Kieselerde	0,25170
Chlorkalium } Chlornatrium }	0,01256
Eisenoxyd	0,37728
Mangan	Spuren
Thonerde	Spuren
Schwefelsaure Salze	—
Sand, Suspensionen	0,24888
	1,02230

Obwohl beide Flüsse in den Zügen der krystallinischen
hiefer entspringen, und in der Masse der Auflösungen sich
mlich ähnlich sind, ergeben doch die Analysen bedeutende
fferenzen der einzelnen Bestandtheile. Es ist dieses besonders
i dem kohlensauren Kalke und der kohlensauren
agnesia der Fall. Die grösseren Mengen derselben in der
sten Analyse sind durch die Vertheilung des kohlensauren
lkes in allen Felsarten des oberen Möllgebietes bedingt. Es
ten dort in dem Hauptkamme der Tauernkette, Flysch,
lkglimmerschiefer, Kalkflysch, kalkartige Chloritschiefer und
rpentingebilde in grossen Massen auf, während im Oetzthale
r einige Kalkparthieen erscheinen, und regelmässige Glimmer-
hiefer mit etwas Gneiss die Berge zusammensetzen. Dagegen
in dem Wasser des letzteren mehr Eisenoxyd enthalten,
lches sich schon in den Produkten der Verwitterung durch
Farbe derselben bemerkbar macht.

Der Kalkgehalt, welcher in den Quellen, Bächen und der
dkrume des oberen Möllgebietes so constant auftritt, hat
rt auf den Charakter der Vegetation einen wesentlichen Ein-
ss. Sie ist durch ihren Reichthum, durch die grosse Zahl
n Arten ausgezeichnet, da eben sehr verschiedene Pflanzen
den mannigfaltigen Bestandtheilen des Bodens hier passende
hrungsmittel finden konnten.[1])

Der wichtige Einfluss der chemischen und physikalischen
genschaften des Bodens auf die Vertheilung der Vege-
ion, wurde in neuerer Zeit in den Arbeiten von v. Mar-
us[2]), Unger[3]), Heer[4]), Grisebach[5]), Schnizlein

---

[1]) Hoppe, Hornschuh, Schwägrichen und viele andere ausgezeichnete Botaniker haben schon früher auf die Mannigfaltigkeit der Flora und den Reichthum an seltenen Alpenpflanzen in diesem Gebiete aufmerksam gemacht.

[2]) Reisen in Brasilien.

[3]) Ueber den Einfluss des Bodens auf der Vertheilung der Gewächse, nachgewiesen in der Vegetation des nordöstlichen Tyrols 1836, und Unger und Hruschauer Beiträge zur Lehre von der Bodenstetigkeit gewisser Pflanzen. Denkschriften der k. Academie zu Wien. Bd. I. S. 83.

[4]) Die Vegetationsverhältnisse des südöstlichen Theiles des Cantons Glarus in Fröbel und Heer Mittheilungen zur theoretischen Erdkunde 1836.

[5]) Ueber die Vegetationslinien des nordwestlichen Deutschlands 1847.

und Frickhinger[1]), Thurmann[2]), Durocher und Andere mit grossem Erfolge untersucht; es dürften dabei auch die Bestandtheile der Gewässer unsere Aufmerksamkeit verdienen, d dieselben oft sehr wichtige Aufschlüsse über die löslichen Stoff geben, welche sich in der Erdkrume und den Gesteinen befinder

---

Unter den Elementen des Climas übt vor allen die Temperatur der Luft einen sehr wesentlichen Einfluss auf das Gedeihen der Pflanzen aus. Es ist bekannt, dass dieselbe mit de Höhe stets abnimmt, jedoch ist dieses nicht überall in gleiche Weise der Fall; nach der absoluten Höhe, nach der Massenhaftigke des Gebirges und der Bodengestaltung ist die Abnahme rascher ode langsamer; auch die jährlichen und täglichen Extreme u. s. w. gestalten sich in sehr verschiedener Weise. Daher kömmt es auc zum Theile, dass die Vegetation durchaus nicht in allen Alpentheilen gleiche Vertheilung und gleiche Grenzen zeigt.

Wie wenig es genügen würde, bei Betrachtung der Vegetationsverhältnisse bloss die mittleren Temperaturen des Jahre oder überhaupt längerer Perioden zu berücksichtigen, beweist di Untersuchung der periodisch wiederkehrenden Erscheinunge der Pflanzen z. B. der Blüthenbildung, Fruchtbildung u. s. w

Einige Beobachtungen, welche ich hierüber in verschiedenen Höhen der Alpen zu sammeln Gelegenheit hatte, zeigei dass auch hier die Entwickelungstufen, ebenso wie dieses vo Quetelet[3]), Dove[4]) und Anderen für verschiedene Punkt Europas nachgewiesen wurde, durchaus nicht mit bestimmte Temperaturen der Monate und Wochen, oder einer gewisse Summe der Temperaturen in directem Zusammenhange stehen

Im Gegentheile bringen in diesen Epochen die Maxim der Tage, die Intensität der Insolation u. s. w. sehr bedeutend

---

[1]) Die Vegetationsverhältnisse der Jura und Keuperformation in de Flussgebiete der Wörnitz und Altmühl. 1849.

[2]) Essai de Phytostatique. 2 Vols. 1849.

[3]) Sur le Climat de la Belgique 1846. Die an verschiedenen Punkten i grosser Ausdehnung fortgesetzten Beobachtungen werden von Quetelet jährlich in den Nouveaux mémoires de l'Académie de Bruxelles publicirt.

[4]) Ueber den Zusammenhang der Wärmeveränderungen der Atmosphä mit der Entwickelung der Pflanzen. 1846.

terschiede hervor. Es lässt sich im Allgemeinen sagen, dass
n zwei Orten gleicher mittlerer Jahrestemperatur derjenige
der Vegetationsentwicklung am weitesten voran sein wird,
lcher die grössten Variationen der Temperatur sowohl in
ı Monaten als in den Tagen zeigt; vorausgesetzt, dass die
lteextreme nicht so gross seien, dass die Constitution der
anze dadurch verletzt würde.

Es sind so hauptsächlich die Temperaturen des Sommers,
selbst einzelner Sommertage, welche den vorzüglichsten Ein-
ss auf die Ernährung und das Gedeihen der Pflanzen aus-
en. Am Ungehindertsten folgen die Cerealien dem Einflusse
r sommerlichen Temperaturen. Schon in den Ebenen hängt
guter Ertrag stets mit den Veränderungen der Temperatur
Sommermonate zusammen[1]), obwohl hier durch zu vielen
gen oder durch anhaltende Wärme nach den verschiedenen
denarten bedeutende Abweichungen möglich sind. In den
rschiedenen Alpenthälern sind aber die Bodenverhältnisse im
lgemeinen gleichartiger und dadurch wird der Einfluss der
mperatur noch unmittelbarer.

Indem die grössere Wärme zugleich eine Beschleunigung
gesammten Vegetation mit sich führt, so kann man sagen, dass
e Jahre zu den fruchtbarsten gehören, in welchen die Zeit der
ithe und Reife des Getreides u. s. w. in den höheren Dörfern
vas von den Mittelwerthen voraus sein wird. Wenn die
mperatur der Sommermonate bedeutend deprimirt wurde, so
rden solche Punkte für dieses Jahr der Grenze aller
ltur der Cerealien gleichsam nähergerückt. Wenn dann auch
ch das Getreide zur Reife kömmt, so bleiben doch wenig-
ns die meisten Hülsen taub, oder die Körner sind äus-
st klein und gehaltlos. Es ist dieses dieselbe Erscheinung,
lche sich auch bei Misslingen von Culturversuchen in sehr be-
utenden Höhen jedesmal zeigt. An anderen Orten hingegen,
welchen die Temperatur für die Reife des Getreides jeden-
ls hinreicht, ist natürlich der Ertrag einzelner Jahre weit weniger
dem frühen Eintreten der Vegetationsepochen zusammenfallend.

---

[1]) Vergl. Dove in der angeführten Abhandlung und die interessanten Bemerkungen von A. T. Kupffer: Note sur la température de l'air et du sol aux limites de la culture des céréales, in dem Bulletin der Akademie zu St. Petersburg. Tome IV. Nro. 6. 7.

Ausser der Temperatur der Luft ist auch jene des Bo-
dens von Wichtigkeit Die oberen Bodenschichten, welche d
Wurzeln der kleineren Pflanzen aufnehmen, erleiden jeden Ta
sehr bedeutende Variationen. Ihre Erwärmung an schön
Tagen ist sehr bedeutend, und macht dadurch selbst in grös-
seren Höhen das Gedeihen der Pflanzen möglich.

Am grössten sind wohl die Temperaturvariationen a
jenen isolirten Felsenmassen, welche noch in Höhen von 1100
bis 14000 Fuss den letzten Flechten zur Unterlage diene
Unter dem Einflusse der Insolation, welche bei der Durchsich-
tigkeit der Luft in grossen Höhen intensiver wird, erla
gen dieselben zuweilen 10—15 ⁰ C.; bei Nacht hingegen sin
ihre Temperatur durch lebhafte Ausstrahlung bei heitere
Himmel stets unter 0⁰ herab.

Alle kleinen Wasseransammlungen, welche sich währen
des Tages durch das Schmelzen des Schnees gebild
haben, sind dann noch bis 6 und 9 Uhr Morgens fest ge-
froren.

Verkümmerte Exemplare aus den Gattungen Lecidea, Pa-
melia und Umbilicaria scheinen sich auch selbst auf den höchst
Felsen zu finden. Es sind vorzüglich nur diese Gattungen, welch
wenigstens bis jetzt, auf dem Mont Blanc, Col du Géant, d
Jungfrau [1]) dem Grossglockner u. s. w. nach den Beobachtung
von Horace de Saussure, Agassiz und uns selbst zwisch
14000 und 11500 Fuss gefunden wurden. Diese Flechte
welche unmittelbar auf den Felsen aufsitzen, erleiden dah
stets die oben erwähnten Temperaturveränderungen.

Zugleich sind sie zuweilen einen grossen Theil des Jahr
mit Schnee bedeckt, während an einigen sehr steilen Fel
abhängen derselbe sich selbst im Winter nicht anzuleg
vermag.

Weit constanter zeigt sich die Temperatur des Bode
in grösseren Tiefen von 60—70 Fuss, welche man aus d
Quellentemperatur beurtheilen kann. Es findet ebenfalls ei
Abnahme derselben mit der Höhe statt, weit langsamer als b

---

[1]) Vergleiche die interessanten Bestimmungen der von Saussure u
Agassiz gesammelten Flechten durch L. E. Schärer: Beitrag z
geographischen Verbreitung der Flechten. Linnaea 1842. S. 66—68

r Lufttemperatur. Während z. B. die letztere an der
:hneegrenze mit geringen Schwankungen nahe — 4⁰ C. be-
igt, dürfte die Bodentemperatur noch ungefähr + 2⁰ C. sein.

Für die Vegetation ist auch jene Temperatur nicht ohne
teresse, welche kleine fliessende Gewässer annehmen.

Es ist kaum nöthig auf die Wichtigkeit dieser Tempera-
ren aufmerksam zu machen. Einen deutlichen Beweis für
n schädlichen Einfluss niedriger Wassertemperaturen be-
achtet man an dem Ende vieler Gletscher. Die Thalsohle
; hier allenthalben mit kleinen Wassermassen von 1 und 3⁰ C.
ırchzogen, welche durch das Schmelzen des Eises entstan-
:n sind, und die obersten Bodenschichten auf einer sehr nie-
:ren Temperatur erhalten. Obgleich diese Stellen oft sehr
en und hinlänglich mit Humus bedeckt sind, so ist doch die
:getation unterdrückt, während sie an den seitlichen von
letscherwasser freien Abhängen zuweilen sehr reichlich ent-
ickelt ist.

Die Temperatur der Quellwasser und der kleinen Bäche
leidet unter dem Einflusse der Besonnung und in Berührung
it dem erwärmten Gesteine sehr rasche Veränderungen. Die
öhe der Temperatur ist natürlich von der umgebenden Luft-
ıd Bodentemperatur, von der Wassermenge, Schnelligkeit,
orm des Rinnsales, und von der Zeit abhängig, während
elcher das Wasser den erwärmenden Einflüssen ausge-
:tzt war.

Das Wasser der Quellen erleidet daher schon nach sehr
ırzem Laufe eine Temperaturerhöhung von einigen Graden;
eine Bäche, welche die Hochalpenwiesen in einer Höhe
ɔn 6—7000 Fuss bewässern, zeigen an sehr warmen Tagen
ɔch 17—20⁰ C. [1])

Da diese Temperatur das Resultat mannigfacher Einflüsse
t, so kann ihre Kenntniss wohl dazu beitragen, das Bild der
imatischen Verhältnisse im Allgemeinen zu vervollständigen.

Unter den übrigen Veränderungen des Climas sind be-
ınders der geringere Luftdruck und die grössere Permea-
lität der Atmosphäre für Licht und Wärme in höheren Re-

[1]) Das Wasser hat dabei ungefähr 1 Fuss Tiefe auf 1—2 Fuss Breite.

gionen zu erwähnen. Auch die Feuchtigkeit erleidet sehr bedeutende und einflussreiche Veränderungen.

Die Elasticität des Dampfes, das heisst der absolute Wassergehallt der Atmosphäre, nimmt zwar in den höheren Regionen sehr bedeutend ab, allein die für die Vegetation so wichtige relative Feuchtigkeit ist gerade in den höheren Parthien gewöhnlich etwas grösser, das heisst, die Luft ist dort dem Sättigungspunkte etwas näher als in den tieferen.

Die atmosphärischen Niederschläge sind in dem Gebiete der Alpen grösser als in der Ebene; bis zu einer Höhe von 5000 Fuss (Waldgrenze) bleibt sich die Regenmenge im Allgemeinen ziemlich gleich, während von da nach aufwärts eine entschiedene Verminderung eintritt.

Ausser dem Clima übt noch die Bodengestaltung einen nicht unbedeutenden Einfluss auf das Gedeihen der Pflanzen aus.

Bei einer zu starken Neigung des Bodens können sich besonders die grösseren Pflanzen und die Coniferen nicht mehr ansiedeln. Es ist daher eine stets wiederkehrende Erscheinung, dass sich die Baumgrenzen auf sehr steilen Abhängen tiefer befinden, als auf sanfteren und gleichmässigeren Abdachungen. —

Auch durch die Exposition werden das Gedeihen der Pflanzen, und folglich auch ihre Höhengrenzen zuweilen sehr merklich modificirt. An frei gelegenen Stellen, welche den Winden sehr ausgesetzt sind, ist daher die Baumvegetation stets weit weniger entwickelt, als an andern Punkten gleicher Höhe, welche rings von grösseren Bergmassen umgeben und geschützt sind.

Die vielen Umstände, welche auf die Ernährung und das Gedeihen der Pflanzen von Einfluss sind, erleiden so in verschiedenen Höhen sehr manigfaltige Veränderungen. Es wäre irrig, zu erwarten, dass die Grenzen der Vegetation stets mit den Schwankungen des einen oder des andern der vorzüglichsten Einflüsse zusammenfallen sollten, welche die Ernährung der Pflanzen bedingen.

Im Gegentheile zeigen sich hier manche Unregelmässigkeiten, und es ist nicht selten, dass eine gegenseitige Ergänz-

g eintritt, so dass, wenn die eine Bedingung für das Gedeihen der Pflanzen nur sehr mangelhaft vorhanden ist, das reichliche Vorhandensein von anderen dennoch die Entwickelung der Vegetation möglich macht. Ein ähnliches Wechselverhältniss lässt sich z. B. zwischen Boden und Clima bei den letzten Getreideculturen bemerken.

Die höchsten kleinen Felder von Gerste, Hafer und an manchen Punkten selbst von Winterroggen, welche in den Centralalpen als äusserste Grenze im Mittel 5000 Fuss erreichen, müssen stets reichlich mit vorzüglichem Dünger versehen werden. Die Cerealien erhalten so einen sehr günstigen Boden, welcher stets mit einer hinlänglichen Menge von aufgeschlossenen Bestandtheilen und mit Feuchtigkeit versehen ist. Von vorzüglicher Wichtigkeit ist auch die grosse Erwärmungsfähigkeit, die den Humus auszeichnet.

Unter dem Einflusse der Besonnung erlangt dieser Boden sehr hohe Temperaturen und das Getreide empfängt so theilweise die Wärme, welche die Atmosphäre allein ihm in diesen Höhen nicht mehr zu gewähren vermöchte.

Was in diesen Culturen künstlich herbeigeführt ist, wiederholt sich nicht selten in der Natur durch den reichlichen Humusgehalt der höchsten Alpenerden, worauf ich schon früher aufmerksam machte.

Nicht ohne Interesse ist auch eine Betrachtung der verschiedenartigen Einflüsse, welche den Ertrag des Getreides in den Alpen verändern.

Den besten Ertrag erhält man in den weiten, tiefer gelegenen Längenthälern. Obwohl hier die grössere Wärme zunächst die Fruchtbarkeit hervorbringt, so wäre es doch irrig, darin allein den Grund derselben zu sehen. Es beruht diese auch theilweise in der Bodengestalt. In weiten ebenen Thälern kann die Landwirthschaft mit allen Hülfsmitteln betrieben werden, während in höheren Orten die grössere Neigung der Felder und die Unregelmässigkeiten des Terrains den Culturen hinderlich entgegentreten.

Länger fortgeführte Säe- und Erntelisten lassen sehr deutlich erkennen, dass in den verschiedenen Alpentheilen auch die Vertheilung und die Menge des Regens einen wesentlichen Einfluss auf den Ertrag ausübten; als allgemeinstes Resultat

dürfte vielleicht hier erwähnt werden, dass in den höheren Alpe trockene Jahre weniger schaden, als zu nasse; der Mang der atmosphärischen Feuchtigkeit erreicht in den Alpen nie eine sehr bedeutenden Grad; der Quellenreichthum kann denselbe für kürzere Perioden theilweise ersetzen. Nasse Jahre hin gegen sind zugleich gewöhnlich kälter, und werden dadurc nicht weniger als durch den directen Ueberfluss an Feuchtig keit dem Gedeihen des Getreides, besonders in den höchste Standorten sehr nachtheilig.

Es ist jedoch eine bemerkenswerthe Erscheinung, das in den Alpen sich der Ertrag der Cerealien bei weitem nicl in demselben Masse verringert, als die Verspätung der Ent wickelungsepochen z. B. der Blüthe und Fruchtreife erwarte liesse. Der Grund hievon dürfte ebenfalls in der günstigen Erd und dem reichlichen Dünger zu suchen sein.

Es sei mir erlaubt, hier zum Schlusse noch ein andere Beispiel anzuführen, an welchem sich das Zusammenwirke der verschiedenen Bedingungen, welche zu dem Wachsthum und Gedeihen einer Pflanze nöthig sind, ebenfalls deutlich er kennen lässt.

Bei den Zählungen und Messungen der Jahresringe de Coniferen zeigt sich, wenn man die obersten mit den tiefere Stämmen vergleicht, eine sehr deutliche Abnahme der mittlere Dicke der Jahresringe mit der Höhe. Jedoch findet nicht fü jede Höhe eine gleichmässige Abnahme der Dicke statt.

Nicht nur die Veränderungen in der Temperatur der Lu des Bodens und in dem Clima überhaupt, treten an der Baum grenze der Entwicklung der Coniferen entgegen, und bewirke eine Verringerung ihres jährlichen Wachsthumes; auch di verschiedene Beschaffenheit des Bodens hat auf ihr Gedeihe grossen Einfluss.

Die Masse von wohl zersetzter Erde, das Vorhandensei von Gerölle oder festem Gesteine, die Exposition des Stand ortes, die Feuchtigkeit des Bodens und theilweise auch d Neigung desselben, verändern ebenfalls so sehr das Wachsthu der Bäume und sind dabei in den untereren Regionen so un regelmässig vertheilt, dass der Einfluss der Höhe, welcher zu

ächst mit den Veränderungen des Climas zusammenfallen sollte, adurch theilweise etwas unkenntlich wird [1])

Erst bei Mitteln aus zahlreicheren Beobachtungen und für was grössere Höhengruppen lässt sich die Verminderung der icke der Jahresringe mit der Erhebung deutlich und regelässig erkennen.

Pflanzengeographische Untersuchungen treten so in vielchen Zusammenhang mit der Physiologie der Gewächse. [2]) ie Grenzen der Vegetation nach der Höhe, das Wachsthum r Bäume, das Eintreten der verschiedenen Vegetationsepochen, e Verbreitung der Pflanzen über verschiedene Climate und denarten etc. dürften uns bisweilen sehr characteristische Bengungen für die Ernährung und Entwickelung der Pflanzen kennen lassen.

---

[1]) Es ist kaum nöthig, zu erinnern, dass in den dichtesten Beständen eines Waldes das Wachsthum der Bäume auch durch die Masse der Stämme sehr beeinträchtiget wird. Es sind natürlich nur Bäume gleicher oder doch sehr analoger Stände unter sich vergleichbar.

[2]) Ich darf hier als Beispiel die sehr interessanten Schlüsse erwähnen, welche Schleiden aus dem Vorkommen der Pflanzen auf ihre Ernährung machte. Er zeigte unter Anderem, dass das Gras in den Pampas von Buenos Ayres oder auf den Hochalpenwiesen, dass das Getreide auf dem Tschornoisem (Schwarzerde) des mittleren Russlands, welche nie gedüngt wird, dass die Kieferwaldungen, welche sich auf dem Sande der Mark befinden, oder die Nadelholzwälder, welche auf dem dürren, aller organischen Substanz entblössten Dünensande zwischen den Mündungen der Gironde und des Adour im Jahre 1787 angepflanzt wurden, unmöglich ihren Kohlenstoff aus dem Boden genommen haben können, sondern denselben nur in der Atmosphäre finden konnten. Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 2. Aufl. 1846. Bd. II. S. 442 — 456.
